

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003148182 A**

(43) Date of publication of application: **21.05.03**

(51) Int. Cl

F02D 13/02

F01L 13/00

F02D 41/04

F02D 45/00

F02M 25/07

(21) Application number: 2001348628

(22) Date of filing: 14.11.01

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: IDOGAWA MASANAO
WATANABE KENJI
TAKAGI NOBORU
KISHI HIRONAO

(54) CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

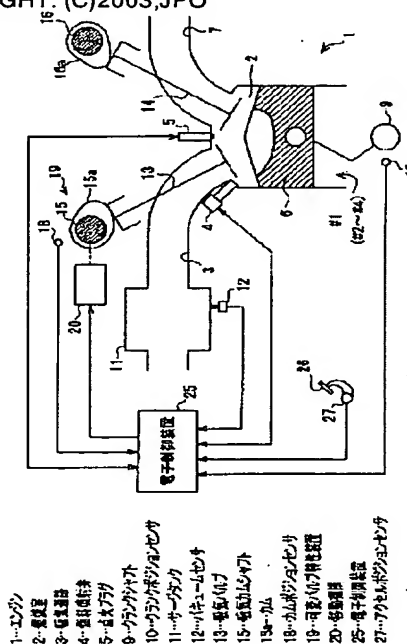
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a control device of an internal combustion engine which provides an appropriate countermeasure for the trouble of increase of the torque variation caused by the excess of the quantity of internal exhaust gas re-circulation (internal EGR quantity) in a prescribed cylinder.

SOLUTION: When the internal EGR quantity is excessive in a prescribed cylinder, the quantity of exhaust gas returning from a combustion chamber 2 to an intake pathway 3 is increased in the exhaust process of the cylinder, and the transition of the intake pressure PM in a period corresponding to the intake process of the cylinder is higher than usual. Accordingly, it is determined that the cylinder is the one in which the torque variation is increased caused by the excess of the internal EGR quantity based on the facts that the torque variation $\Delta \ln(i)$ in the cylinder is large and that the peak value $PM_{\max(i)}$ of the intake pressure PM in the period is larger than the peak value $PM_{\max(i-1)}$ of the intake pressure PM in the period corresponding to the intake process of a cylinder which is in the intake

process just before the above-mentioned cylinder by a prescribed value B.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-148182

(P2003-148182A)

(43)公開日 平成15年5月21日(2003.5.21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	K 3 G 0 1 8
			H 3 G 0 6 2
F 0 1 L 13/00	3 0 1	F 0 1 L 13/00	3 0 1 U 3 G 0 8 4
F 0 2 D 41/04	3 2 0	F 0 2 D 41/04	3 2 0 3 G 0 9 2
45/00	3 1 4	45/00	3 1 4 B 3 G 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-348628(P2001-348628)

(22)出願日 平成13年11月14日(2001.11.14)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 井戸側 正直

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72)発明者 渡辺 健二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

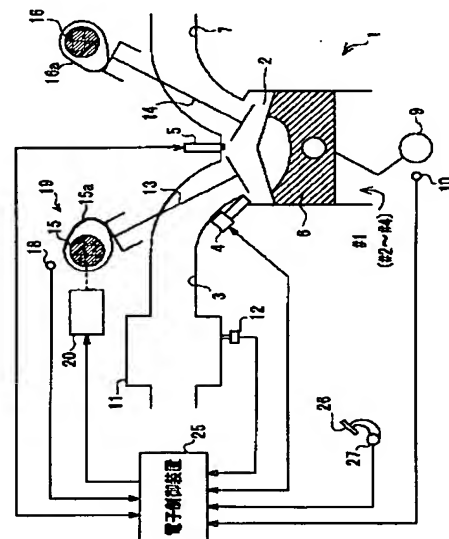
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57)【要約】

【課題】所定気筒で内部排気再循環量(内部EGR量)の過多によるトルク変動の増大が生じているとき、それに対して適切な対策を講じることのできる内燃機関の制御装置を提供する。

【解決手段】所定気筒で内部EGR量が過多であるときには、その気筒の排気行程中に燃焼室2から吸気通路3に戻る排気の量が多くなり、同気筒の吸気行程に対応する期間での吸気圧PMの推移が通常よりも高くなる。従って、上記気筒でのトルク変動 $d \tau_n(i)$ が大きいこと、及び上記期間での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i)$ が、上記気筒の直前に吸気行程であった気筒の吸気行程に対応する期間での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i-1)$ よりも所定値Bだけ大きいことに基づき、上記気筒を内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒と判別することができる。



1-エンジン
2-燃焼室
3-吸気通路
4-燃料噴射弁
5-スロットルバルブ
6-クランクシャフト
10-クランクポジションセンサ
11-カムシャフトセンサ
12-スロットル位置センサ
13-吸気圧センサ
14-空気流量センサ
15-冷却水温度センサ
16-エンジン油温度センサ
17-ブレーキペダル位置センサ
18-車速センサ
19-燃料噴射弁
20-スロットルバルブ
21-可変バルブタイミング機構
25-電子制御装置
27-アクセルポジションセンサ

【特許請求の範囲】

【請求項1】多気筒内燃機関に適用され、前記各気筒の内部排気再循環量を調整する調整手段を備える内燃機関の制御装置において、

内燃機関の各気筒毎の内部排気再循環量に応じて変化するパラメータと、同機関の各気筒毎のトルク変動とに基づき、前記内部排気再循環量の過多によって前記トルク変動の増大が生じている気筒を判別する判別手段を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】前記判別手段は、前記パラメータとして、内燃機関の定常運転時の吸気圧を採用する請求項1記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】吸気カムシャフトの軸方向について連続的に形状変化するサブリフト部が形成されたカムを各気筒毎に備える多気筒内燃機関に適用され、前記カムを前記軸方向に変位させて排気行程中の吸気バルブの開閉特性を変更することで各気筒の内部排気再循環量を可変とする内燃機関の制御装置において、

内燃機関の定常運転時の吸気圧変動に基づき、前記内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別する判別手段を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】前記判別手段は、前記内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別するに際し、各気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値を用いる請求項2又は3記載の内燃機関の制御装置。

【請求項5】前記判別手段は、所定気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値が同気筒の直前に吸気行程となった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値よりも所定量だけ大きいとの判断に基づき、当該所定気筒を内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒と判別する請求項4記載の内燃機関の制御装置。

【請求項6】請求項1～5のいずれかに記載の内燃機関の制御装置において、

前記判別手段によって内部排気再循環量の過多によるトルク変動増大が生じていると判別された気筒に対し、トルク変動抑制のための制御を実行する変動抑制手段を更に備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項7】前記変動抑制手段によるトルク変動抑制のための制御には、少なくとも内部排気再循環量を減少させる制御が含まれる請求項6記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、自動車等に搭載される多気筒

内燃機関においては、排気エミッションの改善等を意図して、内部排気再循環量（内部EGR量）を調整することが行われている。こうした内部EGR量の調整を行う装置としては、例えば特開平10-89033公報に示される可変バルブ特性装置が知られている。同公報に記載の可変バルブ特性装置は、燃料燃焼時の燃焼室内に排気を存在させるべく、排気行程中に吸気バルブを開かせて排気の一部を吸気通路に戻しておくようにしたものである。

【0003】上記可変バルブ特性装置は、排気行程中に吸気バルブを開かせるサブリフト部が形成された吸気バルブ開閉用のカムと、同カムが設けられたカムシャフトをその軸方向に変位させる移動機構とを備えている。また、上記カムに設けられたサブリフト部の形状はカムシャフトの軸方向に連続的に変化している。従って、移動機構によってカムシャフトを軸方向に変位させ、排気行程中でのサブリフト部による吸気バルブの開閉特性を変更することにより、排気行程中に吸気通路に戻される排気量が変化して内部EGR量が調整されるようになる。

【0004】ところで、内燃機関の所定気筒において、同気筒に対応するカムのサブリフト部に形状のばらつき等があることで内部EGR量が過多になると、その気筒ではトルク変動が増大することとなる。こうしたトルク変動の増大については例えば機関出力軸の回転速度変動に基づき検出可能であるが、当該トルク変動の増大は内部EGR量の過多が原因となるだけでなく、例えば燃料噴射系のばらつきや燃焼室内の気流の乱れといったことも原因になる。

【0005】上記のように何らかの原因により所定気筒でトルク変動が増大したときには、その気筒に対してトルク変動を抑制するための対策を講じることが、安定した機関運転を継続させる上で重要となる。こうしたトルク変動抑制のための対策としては、燃料噴射量、燃料噴射時期、及び点火時期等を、燃焼が安定する方向に制御することが考えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、トルク変動増大の原因が内部EGR量の過多である場合、上記のような燃焼安定化のための制御を対策として実行しても、その対策がトルク変動増大の原因を取り除くものとはならない。そのため、上記対策後も内部EGR量の過多に伴う燃焼の悪化を十分に抑制することはできず、当該対策によっては燃焼を安定させてトルク変動を抑えるという効果が得られない可能性が高い。

【0007】そのため、内部EGR量の過多に伴い所定気筒でトルク変動が増大しているときには、それに適した上記とは別の対策を行ってトルク変動を的確に抑制できるようにする必要がある。ただし、上記のように単に機関出力軸の回転速度の変動に基づいてトルク変動増大

の検出を行っているだけでは、そのトルク変動増大の原因が何であるかは判別できず、内部EGR量の過多が原因でトルク変動増大が起きているときに適切な対策を講じることができない。

【0008】本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、所定気筒で内部排気再循環量（内部EGR量）の過多によるトルク変動の増大が生じているとき、それに対して適切な対策を講じることのできる内燃機関の制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、多気筒内燃機関に適用され、前記各気筒の内部排気再循環量を調整する調整手段を備える内燃機関の制御装置において、内燃機関の各気筒毎の内部排気再循環量に応じて変化するパラメータと、同機関の各気筒毎のトルク変動とに基づき、前記内部排気再循環量の過多によって前記トルク変動の増大が生じている気筒を判別する判別手段を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【0010】上記構成によれば、判別手段によって内部排気再循環量の過多が原因でトルク変動の増大が生じている気筒を判別できるため、所定気筒での内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大に際して適切な対策を講じることができる。

【0011】請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、前記判別手段は、前記パラメータとして、内燃機関の定常運転時の吸気圧を採用するものとした。所定気筒で内部排気再循環量が多い場合には、排気行程中に同気筒の燃焼室から吸気通路に戻る排気量が多くなっていることから、その気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の推移が通常よりも高圧側での推移となる。従って、内燃機関の定常運転時の吸気圧と、各気筒毎のトルク変動とに基づき、内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を的確に判別することができる。

【0012】請求項3記載の発明では、吸気カムシャフトの軸方向について連続的に形状変化するサブリフト部が形成されたカムを各気筒毎に備える多気筒内燃機関に適用され、前記カムを前記軸方向に変位させて排気行程中の吸気バルブの開閉特性を変更することで各気筒の内部排気再循環量を可変とする内燃機関の制御装置において、内燃機関の定常運転時の吸気圧変動に基づき、前記内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別する判別手段を備えた。

【0013】所定気筒での内部排気再循環量の過多は、同気筒に対応するカムのサブリフト部の形状ばらつき等に起因する。所定気筒で内部排気再循環量が多い場合、排気行程中に同気筒の燃焼室から吸気通路に戻る排気量が多くなっていることから、その気筒の吸気行程に対

応した期間での吸気圧の推移が他の気筒に比べて高圧側での推移となる。従って、内燃機関の定常運転時の吸気圧変動に基づき内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を的確に判別することができる。

【0014】請求項4記載の発明では、請求項2又は3記載の発明において、前記判別手段は、前記内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別するに際し、各気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値を用いるものとした。

【0015】所定気筒で内部排気再循環量が多い場合には、その気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の推移が他の気筒に比べて高圧側での推移となり、同期間での吸気圧のピーク値が他の気筒のものよりも高くなる。従って、上記期間での吸気圧のピーク値に基づき、内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を的確に判別することができる。

【0016】なお、こうした判別が行われる条件として、上記所定気筒のトルク変動が大であると判断されることも含めれば、当該判別を一層的確なものとすることができる。

【0017】請求項5記載の発明では、請求項4記載の発明において、前記判別手段は、所定気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値が同気筒の直前に吸気行程となった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値よりも所定量だけ大きいとの判断に基づき、当該所定気筒を内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒と判別するものとした。

【0018】所定気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値が、同気筒の直前に吸気行程となった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧のピーク値よりも所定量だけ大きいと判断されたとき、上記所定気筒で内部排気再循環量の過多が生じている旨判断することができる。従って、上記のような状況であると判断されたとき、当該所定気筒を的確に内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒と判別することができる。

【0019】請求項6記載の発明では、請求項1～5のいずれかに記載の発明において、前記判別手段によって内部排気再循環量の過多によるトルク変動増大が生じていると判別された気筒に対し、トルク変動抑制のための制御を実行する変動抑制手段を更に備えた。

【0020】上記構成によれば、内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒に対し、そのトルク変動を可能な限り抑制することができるようになる。

【0021】請求項7記載の発明では、請求項6記載の発明において、前記変動抑制手段によるトルク変動抑制のための制御には、少なくとも内部排気再循環量を減少

させる制御が含まれるものとした。

【0022】内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大を抑制するのには、その内部排気再循環量を減少させることが最も効果的である。従って、上記構成によれば、内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大を効果的に抑制することができる。

【0023】なお、内部排気再循環量の減少は、調整手段を制御することや、吸気カムシャフトの軸方向についての位置を制御することによって実現される。

【0024】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕以下、本発明を自動車用の直列四気筒エンジンに適用した第1実施形態を図1～図10に従って説明する。

【0025】図1に示されるエンジン1の一番～四番気筒#1～#4（図1には一番気筒#1のみ図示）の燃焼室2においては、吸気通路3から吸入される空気と燃料噴射弁4から噴射される燃料との混合気に対して、点火プラグ5による点火が行われる。この点火により燃焼室2内の混合気が燃焼すると、そのときの燃焼エネルギーによりピストン6が往復移動し、エンジン1の出力軸であるクランクシャフト9が回転するようになる。

【0026】上記吸気通路3は、図2に示されるようにサージタンク11内を通過し、その後各気筒の燃焼室2に向けて四つに分岐している。四つに分岐した吸気通路3は、それぞれ二つに分岐した状態で各燃焼室2に接続されている。図1に示されるように、吸気通路3と燃焼室2との間には吸気バルブ13が設けられ、排気通路7と燃焼室2との間には排気バルブ14が設けられている。

【0027】吸気バルブ13は、クランクシャフト9の回転が伝達される吸気カムシャフト15に設けられたカム15aの回転に基づき開閉動作し、吸気通路3と燃焼室2との間を連通・遮断する。排気バルブ14は、クランクシャフト9の回転が伝達される排気カムシャフト16に設けられたカム16aの回転に基づき開閉動作し、排気通路7と燃焼室2との間を連通・遮断する。

【0028】また、エンジン1には、吸気バルブ13の開閉特性を可変とする可変バルブ特性装置19が設けられている。こうした吸気バルブ13の開閉特性の変更は、各気筒#1～#4に対応する吸気バルブ用のカム15aのカムプロファイルを吸気カムシャフト15の軸方向について連続的に変化させるとともに、吸気カムシャフト15をその軸方向に変位させることで実現される。可変バルブ特性装置19は、上述した吸気バルブ用のカム15aと、吸気カムシャフト15をその軸方向に変位させる移動機構20とを備えている。

【0029】こうした移動機構20としては、油圧を利用して上記変位を行わせるものや、電動モータを利用して上記変位を行わせるものを採用することができる。油圧を利用した移動機構では、吸気カムシャフト15の軸

方向に油圧が作用させられ、これにより上記のように変位が行われることとなる。また、電動モータを利用した移動機構では、例えば吸気カムシャフト15に送りねじ等を介して電動モータの出力軸が連結され、当該出力軸の回転を送りねじで同シャフト15の軸方向移動に変換することにより上記のような変位が行われることとなる。

【0030】ここで、上述した吸気バルブ開閉用のカム15aについて、図3及び図4を参照して詳しく説明する。なお、図3はカム15aのカムプロファイルを表す斜視図であって、図中の矢印C、Sはそれぞれ吸気カムシャフト15の回転方向及び軸方向を示している。また、図4(a)はカム15aの正面図であり、図4(b)はカム15aの左側面図である。

【0031】図3に示されるように、カム15aのノーズ21の高さは、吸気カムシャフト15の軸方向（図3の矢印S）について一定とされている。また、カム15aの方向R側の端面22寄りの部分においては、カムプロファイルがバルブ開き側（図4(a)の左側）とバルブ閉じ側（図4(a)の右側）とでほぼ左右対称となっている。一方、カム15aの方向F側（図3）の端面23寄りの部分において、バルブ開き側には吸気カムシャフト15の軸方向について連続的に形状変化するサブリフト部24が形成されている。こうしたサブリフト部24を形成することで、カム15aにおいて端面23寄りの部分の開き側は、端面22寄りの部分の開き側に比べて、方向F側に向かうほど吸気バルブ13の高リフトが得られるカムプロファイルを有することとなる。なお、図4(a)において破線の円は吸気バルブ13のリフト量ゼロのカム高さを示している。

【0032】従って、吸気カムシャフト15の回転に伴う吸気バルブ13のリフト量の変化は、カム15aにおいて端面23寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させている場合には図5(a)に示されるようになり、端面22寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させている場合には図5(b)に示されるようになる。カム15aの端面23寄りの部分にはサブリフト部24が形成されているため、端面23寄りの部分でのカム15aの作用角 $d\theta$ 12における開弁タイミング側（図中左端）は、端面22寄りの部分でのカム15aの作用角 $d\theta$ 11よりも大きく進角している。

【0033】なお、クランク角に対応した吸気バルブ13及び排気バルブ14のリフト量の変化は図6に示されるようになる。図6(a)において、実線はカム15aの端面23寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させた場合の同バルブ13のリフト量の変化を示し、二点鎖線は排気バルブ14のリフト量の変化を示している。また、図6(b)において、実線はカム15aの端面22寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させた場合の同バルブ13のリフト量の変化を示し、二点鎖線は上記と同じく排

気バルブ14のリフト量の変化を示している。

【0034】カム15aにおいて端面23寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させた場合には吸気バルブ13と排気バルブ14とのバルブオーバーラップ量が最大値 R_{pmax} となり、端面22寄りの部分で吸気バルブ13を開閉させた場合にはバルブオーバーラップ量が最小値 R_{pmin} となる。また、カム15aにおけるサブリフト部24は、上述したように吸気カムシャフト15の軸方向について連続的に変化している。そのため、移動機構20（図1）の駆動により吸気カムシャフト15を軸方向

に変位させると、吸気バルブ13の開閉特性が変化してバルブオーバーラップ量が最小値 R_{pmin} と最大値 R_{pmax} との間で無段階に調整されるようになる。

【0035】上記移動機構20は、エンジン1の燃料噴射量、燃料噴射時期、及び点火時期等を制御する電子制御装置25によって駆動制御される。この電子制御装置25には、以下に示される各種センサからの検出信号が

入力される。

【0036】・クランクシャフト9の回転に対応した信号を出力するクランクポジションセンサ10
・サージタンク11に設けられて吸気通路3内の圧力（吸気圧）を検出するバキュームセンサ12
・吸気カムシャフト15の回転位置に対応した信号を出力するカムポジションセンサ18
・自動車の運転者によって踏み込み操作されるアクセルペダル26の踏み込み量（アクセル踏込量）を検出するアクセルポジションセンサ27

電子制御装置25は、エンジン1の運転状態に応じて、吸気バルブ13の開閉特性が最適になるよう移動機構20を駆動制御する。こうした移動機構20の駆動制御により、バルブオーバーラップ量が無段階に調整されることは上述したとおりであるが、バルブオーバーラップ量が増加すると内部排気再循環量（内部EGR量）も変化する。即ち、バルブオーバーラップ量の変化に伴い排気行程中に燃焼室2から吸気通路3に戻る排気の量が変化し、燃料燃焼時に燃焼室2内に存在する排気の量が変化する

のである。

【0037】電子制御装置25による移動機構20の駆動制御では、バルブオーバーラップに伴う内部排気再循環も考慮され、内部EGR量がエンジン1の運転状態に応じて最適となるようにされる。ただし、吸気バルブ用のカム15aにおけるサブリフト部24の形状にばらつき等があると、当該カム15aに対応する気筒で内部EGR量が過多になってエンジン1のトルク変動が増大するおそれがある。こうしたトルク変動の増大は、当該トルク変動によって影響を受けるエンジン回転速度の変動に基づき検出することが可能である。

【0038】また、トルク変動が増大する他の原因としては、燃料噴射系のばらつきや燃焼室2内の気流の乱れ等もあげられる。これらが原因のトルク変動の増大につ

いては、燃料噴射時期、燃料噴射量、及び点火時期等を燃焼が安定する方向に制御するという対策をとることが考えられる。しかし、内部EGR量の過多が原因のトルク変動増大については、上記のような燃焼安定化のための制御を対策として実行してもトルク変動増大の原因を取り除けないことから、必要なトルク変動抑制を行えない可能性が高い。

【0039】そのため、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じているときには、それに適した対策を実行することがトルク変動を抑制する上で重要である。ただし、トルク変動増大の検出を上記のように単にエンジン回転速度の変動に基づいて行っているだけでは、そのトルク変動増大の原因が何であるかは判別できない。従って、内部EGR量の過多が原因のトルク変動増大が起きているとき、それに対して適切な対策を講じることができない。

【0040】そこで本実施形態では、各気筒の吸気行程に対応する期間の吸気圧が各気筒の内部EGR量に応じて変化することに着目し、アイドル運転など定常運転時の吸気圧と、各気筒#1～#4毎のトルク変動とに基づき、内部EGR量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別する。なお、所定気筒の内部EGR量に応じて同気筒の吸気行程に対応する期間の吸気圧が変化するのは、その内部EGR量が多いほど上記気筒の排気行程中に燃焼室2から吸気通路3に戻る排気の量が多くなっていることが原因である。

【0041】上記のように内部EGR量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を判別できるため、同気筒に対して適切な対策を講じることができるようになる。こうした対策としては例えば上記気筒で内部EGR量を減量するといったことが行われ、これによりトルク変動増大の原因が適切に取り除かれるため、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が効果的に抑制される。

【0042】次に、エンジン1のトルク変動増大の検出手順、及びそのトルク変動増大の抑制手順について、異常時処理ルーチンを示す図7及び図8のフローチャートを参照して説明する。この異常時処理ルーチンは、電子制御装置25を通じて例えば所定クランク角毎の角度割り込みにて実行される。

【0043】異常時処理ルーチンにおいては、エンジン回転速度及びアクセル踏込量等に基づき、エンジン1がアイドル運転中である旨判断されると（S101：YES：図7）、各気筒#1～#4の吸気行程に対応する期間の吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i)$ が算出される（S102）。各気筒#1～#4の排気行程から吸気行程への移行は一番気筒#1、三番気筒#3、四番気筒#4、二番気筒#2の順で行われるため、各気筒#1～#4の排気行程中に燃焼室2から吸気通路3に排気に戻るこの影響が吸気圧PMに現れるのも上記の順になる。

こうした吸気圧PMへの影響は、各気筒#1～#4の吸気行程に対応した期間中に現れることとなる。ステップS102では、今回吸気行程であった気筒の当該吸気行程中に対応する期間での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i)$ が算出される。

【0044】続いて、各気筒#1～#4毎にトルク変動 $dln(i)$ が算出される(S103)。ここでは、上記ピーク値 $PM_{max}(i)$ の算出が行われた気筒のトルク変動 $dln(i)$ が算出される。所定気筒のトルク変動を算出する際には、まず上死点を含む所定のクランク角度分(例えば 30°)を通過する際の角速度と、上死点から 90° 進角して位置する所定のクランク角度分(例えば 30°)を通過する際の角速度とが求められる。そして、それら角速度に基づき上記所定気筒での点火時における発生トルクを算出し、前回算出された発生トルクと今回算出された発生トルクとの差を上記所定気筒でのトルク変動 $dln(i)$ とする。

【0045】その後、上記のように算出されたトルク変動 $dln(i)$ 、及び以前に算出された他の気筒のトルク変動 $dln(i)$ に基づき、各気筒#1～#4のトルク変動 $dln(i)$ の平均値である平均トルク変動 dln_{av} が算出される(S104)。こうして算出された平均トルク変動 dln_{av} に所定値A(例えば1.5)を乗算した値「 $dln_{av} \cdot A$ 」と、ステップS103で算出されたトルク変動 $dln(i)$ との比較に基づき、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒でトルク変動の増大が生じているか否かが判断される。

【0046】即ち、上記トルク変動 $dln(i)$ が「 $dln_{av} \cdot A$ 」未満であれば(S105:NO)、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒ではトルク変動の増大が生じていない旨判断され、後述する増大フラグ $F1(i)$ 、 $F2(i)$ が「0(トルク変動増大無し)」とされる(S106)。増大フラグ $F1(i)$ は、各気筒#1～#4に対応して四つ用意されており、所定気筒で内部EGR量の過多に伴うトルク変動増大が発生しているか否かを判断するのに用いられる。また、増大フラグ $F2(i)$ は、増大フラグ $F1(i)$ と同じく各気筒#1～#4に対応して四つ用意されており、所定気筒で内部EGR量の過多以外の原因によりトルク変動増大が発生しているか否かを判断するのに用いられる。

【0047】ステップS105で上記トルク変動 $dln(i)$ が「 $dln_{av} \cdot A$ 」以上であれば(S105:YES)、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒でトルク変動の増大が生じている旨判断され、ステップS107に進む。このステップS107の処理は、上記トルク変動の増大が内部EGR量の過多によるものであるか否かを判断するためのものである。

【0048】各気筒#1～#4での内部EGR量が適正である場合、図9(a)に示されるように、各気筒#1～#4の吸気行程に対応した期間での吸気圧PMの推移

が大きくばらつくことはない。しかし、所定気筒、例えば一番気筒#1で内部EGR量の過多が生じていると、図9(b)に示されるように、一番気筒#1の吸気行程に対応した期間X1での吸気圧PMの推移が通常よりも高圧側での推移となる。その結果、当該期間X1での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i)$ が、一番気筒#1の前に吸気行程であった気筒(二番気筒#2)の吸気行程に対応した期間X2での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i-1)$ よりも高くなる。

【0049】ステップS107では、上記ピーク値 $PM_{max}(i)$ 、 $PM_{max}(i-1)$ に基づき、上記トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒でのトルク変動増大が内部EGR量の過多によるものであるか否かが判断される。即ち、上記トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i)$ が、その気筒の前に吸気行程であった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧PMのピーク値 $PM_{max}(i-1)$ に所定値B(例えば 0.5 kPa)を加算した値「 $PM_{max}(i-1) + B$ 」以上であるか否かが判断される。

【0050】ここで肯定判定がなされると、今回の気筒(上記トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒)で内部EGR量の過多に伴うトルク変動 $dln(i)$ の増大が生じている旨判断される(S108)。そして、上記気筒に対応する増大フラグ $F1(i)$ が、「1(内部EGR量の過多によるトルク変動増大有り)」とされる(S109)。

【0051】一方、ステップS107で否定判定がなされると、今回の気筒(上記トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒)で内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動 $dln(i)$ の増大が生じている旨判断される(S110)。そして、上記気筒に対応する増大フラグ $F2(i)$ が「1(内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動増大有り)」とされ(S111)、同気筒に対応する増大フラグ $F1(i)$ が、「0(内部EGR量の過多によるトルク変動増大無し)」とされる(S112)。

【0052】このように増大フラグ $F1(i)$ 、 $F2(i)$ の設定が行われた後、トルク変動抑制のための処理(S113～S116:図8)が実行される。この処理では、増大フラグ $F1(i)$ が「1(内部EGR量の過多によるトルク変動増大有り)」であるとき(S113:YES)、その増大フラグ $F1(i)$ に対応する気筒に対して内部EGR量の減量制御が実行される(S114)。こうした内部EGR量の減量制御は、例えば上記気筒が排気行程になるときだけ、バルブオーバーラップ量が少なくなるよう吸気カムシャフト15を図3の方向F側に移動させることにより実現される。

【0053】例えば、一番気筒#1で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている旨判断された場合

には、一番気筒#1が排気行程になるときに移動機構20を駆動制御するための指令値を、所定タイミングで且つ所定期間だけバルブオーバーラップ量が小となる側の変更に変更する。これにより、一番気筒#1で内部EGR量が減量され、内部EGR量の過多によるトルク変動の増大が抑制される。

【0054】なお、こうした内部EGR量の減量については、上記指令値の変更量、変更タイミング、及び変更期間を調整することにより、トルク変動増大を抑制する上で最も好ましい態様とすることが可能である。例えば、初回の内部EGR量の減量制御後も一番気筒#1で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が続いている場合、内部EGR量を減量制御するための上記指令値を、一番気筒#1が排気行程となる毎に徐々に吸気カムシャフト15を図10(a)に示されるように方向F側に大きく変位させる値となるよう可変とすることが考えられる。

【0055】異常時処理ルーチンにおいて、ステップS113(図8)で否定判定がなされると、増大フラグF2(i)が「1(内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動増大有り)」であるか否かが判断される。ここで肯定判定であれば、上記増大フラグF2(i)に対応する気筒に対して燃料噴射量、燃料噴射時期、及び点火時期等を、燃焼が安定する方向に制御する燃焼安定化制御が実行される(S116)。

【0056】例えば、一番気筒#1で上記のようなトルク変動増大が生じている旨判断された場合には、一番気筒#1において燃料噴射量の増量、燃料噴射時期の遅角、及び点火時期の進角など、燃焼を安定させるための制御が実行される。なお、初回の燃焼安定化制御後に一番気筒#1でのトルク変動増大が続いている場合には、図10(b)～(d)に示されるように一番気筒#1だけ燃料噴射量の増量、燃料噴射時期の遅角、及び点火時期の進角等が徐々に進められるよう、燃料噴射量、燃料噴射時期、及び点火時期等の指令値を可変とすることも考えられる。

【0057】以上詳述した本実施形態によれば、以下に示す効果が得られるようになる。

(1) エンジン回転速度の変動から求められる各気筒#1～#4毎のトルク変動 $dln(i)$ からだけでは、所定気筒でトルク変動 $dln(i)$ が増大しているとき、それが内部EGR量の過多に伴うものなのか、或いはそれ以外の原因によるものなのかは判断できない。しかし、内部EGR量の過多が所定の気筒で生じているときには、その気筒での吸気行程に対応する期間で吸気圧の推移が高圧側での推移となる。従って、上記気筒でのトルク変動 $dln(i)$ が大きく、且つ上記期間中での吸気圧PMのピーク値 $PMmax(i)$ が、上記気筒の直前に吸気行程であった気筒の吸気行程に対応する期間での吸気圧PMのピーク値 $PMmax(i-1)$ よりも所定値Bだけ大き

いことに基づき、上記トルク変動 $dln(i)$ が大きい気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている旨判断することができる。こうした判断が可能となることで、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒を判別することができ、その気筒に対して適切な対策を講じることができるようになる。

【0058】(2) 内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒が判別されたとき、その気筒に対して内部EGR量を減量する制御が行われる。これにより、内部EGR量の過多によってトルク変動が増大していることの原因が取り除かれるため、当該トルク変動の増大を効果的に抑制することができる。

【0059】(3) 一番気筒#1と三番気筒#3など、燃焼が連続する複数の気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じる場合もある。この場合、上記複数の気筒のうち、まず燃焼が先に行われる気筒について内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒であると判別され、内部EGR量の減量というトルク変動抑制が行われる。こうして上記気筒のトルク変動増大が抑制されると、今度は上記複数の気筒のうち次に燃焼が行われる気筒について内部EGRの過多によるトルク変動増大が生じている気筒であると判別され、その気筒に対しても同じように内部EGR量の減量によるトルク変動抑制が行われる。従って、燃焼が連続する複数の気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じていたとしても、その増大が生じている気筒を的確に判別して対策を講じることができる。

【0060】(第2実施形態) 次に、本発明の第2実施形態を図11及び図12に基づき説明する。この実施形態は、所定気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じているか否かを、当該気筒の吸気行程に対応する期間での吸気圧PMのピーク値 $PMmax(i)$ のみに基づき判断するようにしたものである。

【0061】図11及び図12は、本実施形態の異常時処理ルーチンを示すフローチャートである。この異常時処理ルーチンにおいては、アイドル運転中であることを条件に、上述したピーク値 $PMmax(i)$ 、トルク変動 $dln(i)$ 、及び平均トルク変動 $dlnav$ が順次算出される(S201～S203;図11)。その後、今回吸気行程であった気筒についての上記ピーク値 $PMmax(i)$ が、当該気筒の前に吸気行程であった気筒についての上記ピーク値 $PMmax(i-1)$ に所定値Bを加算した値「 $PMmax(i-1) + B$ 」以上であるか否かが判断される。

【0062】ここで肯定判定がなされると、今回吸気行程であった気筒で内部EGR量の過多に伴うトルク変動 $dln(i)$ の増大が生じている旨判断される(S206)。そして、上記気筒に対応する増大フラグF1(i)が、「1(内部EGR量の過多によるトルク変動増大有り)」とされる(S207)。

【0063】一方、ステップS205で否定判定がなされると、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒で内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動 $dln(i)$ の増大が生じているか否かが判断される。即ち、上記トルク変動 $dln(i)$ が「 $dlnav \cdot A$ 」未満であれば（S208：NO）、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒ではトルク変動の増大が生じていない旨判断され、当該気筒に対応する増大フラグ $F1(i)$ 、 $F2(i)$ が「0（トルク変動増大無し）」とされる（S212）。

【0064】また、上記トルク変動 $dln(i)$ が「 $dlnav \cdot A$ 」以上であれば（S208：YES）、今回トルク変動 $dln(i)$ が算出された気筒で内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動の増大が生じている旨判断される（S209）。そして、上記気筒に対応する増大フラグ $F2(i)$ が「1（内部EGR量の過多以外の原因によるトルク変動増大有り）」とされ（S210）、同気筒に対応する増大フラグ $F1(i)$ が、「0（内部EGR量の過多によるトルク変動増大無し）」とされる（S211）。

【0065】このように増大フラグ $F1(i)$ 、 $F2(i)$ の設定が行われた後、トルク変動抑制のための処理（S213～S216：図12）が実行される。本実施形態によれば、以下に示す効果が得られるようになる。

【0066】（4）所定気筒で内部EGR量の過多によりトルク変動 $dln(i)$ が増大しているときには、その気筒での吸気行程に対応する期間で吸気圧の推移が高圧側での推移となる。従って、上記気筒についてのピーク値 $PMmax(i)$ が、上記気筒の直前に吸気行程であった気筒についてのピーク値 $PMmax(i-1)$ よりも所定値Bだけ大きいことに基づき、上記トルク変動 $dln(i)$ が大きい気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている旨判断することができる。こうした判断が可能となることで、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒を判別することができ、その気筒に対して適切な対策を講じることができるようになる。

【0067】（5）内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒を判別する際、その判別がトルク変動 $dln(i)$ を加味することなく行われるため、当該判別のための処理を行うことによる電子制御装置25への負荷を低減することができる。なお、第1実施形態のように、所定気筒を内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒と判別する際の条件として、当該気筒のトルク変動が大であることを含めるようにすれば、上記判別は一層的確なものとなる。

【0068】〔その他の実施形態〕上記各実施形態は、例えば以下のように変更することもできる。

・所定気筒の吸気行程に対応する期間での吸気圧PMの積算値が上記気筒の直前に吸気行程であった気筒の吸気

行程に対応する期間での吸気圧PMの積算値よりも所定量だけ大きいことに基づいて、内部EGR量の過多により吸気圧PMの推移が通常よりも高くなっている旨判断してもよい。この場合、所定気筒でのトルク変動 $dln(i)$ が大きいこと、及び当該気筒についての上記積算値が同気筒の直前に吸気行程であった気筒についての積算よりも所定量だけ大きいことに基づき、上記トルク変動 $dln(i)$ が大きい気筒を内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒と判別することができる。

【0069】・所定気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じているとき、その対策として内部EGR量の減量というトルク変動抑制のための対策を講じたが、本発明はこれに限定されない。例えば、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒を記憶しておくという対策を講じ、これにより後でカム15aの調整等を簡単に行えるようにするだけでもよい。また、内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じている気筒を何らかの方法で運転者に知らせるという対策を講じるだけでもよい。

【0070】・所定気筒で内部EGR量の過多によるトルク変動増大が生じているとき、その気筒に対して内部EGR量の減量という対策を行う他に、燃料噴射量、燃料噴射時期、及び点火時期等を燃焼が安定化する方向に制御するという燃焼安定化制御を更に行っても良い。

【0071】・内部EGR量に応じて変化するパラメータとしてエンジン1のアイドル運転中における吸気圧PMを例示したが、これに変えて各気筒#1～#4に繋がる吸気通路3内の吸気行程中での吸気空燃比（吸気中の酸素濃度）や吸気温度を上記パラメータとして用いてもよい。

【0072】・トルク変動増大の検出をアイドル運転中以外のエンジン定常運転時に行ってもよい。

・上記各実施形態では、上述したサブリフト部24を備えたカム15aを吸気カムシャフト15の軸方向に変位させて内部EGR量を可変としたが、本発明はこれに限定されない。例えば、クランクシャフト9に対する吸気カムシャフト15の相対回転位相を変更するバルブタイミング可変機構を備えたエンジンにおいては、同機構により吸気バルブ13の開弁タイミングを変更してバルブオーバーラップ量を可変とすることで、内部EGR量を可変としてもよい。また、サブリフト部24がなくノーズ21の高さが吸気カムシャフト15の軸方向に連続的に変化するカムを備えたエンジンにおいても、同カムを上記軸方向に変位させることで、吸気バルブ13の開弁タイミングを変更してバルブオーバーラップ量を可変とし、内部EGR量を可変とすることができる。

【0073】次に、以上の実施形態から把握することのできる技術思想について、その効果とともに以下に記載する。

(1) 請求項1～3のいずれかに記載の内燃機関の制御装置において、前記判別手段は、各気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の積算値に基づき、前記内部排気再循環量の過多によって前記トルク変動の増大が生じている気筒を判別するものである内燃機関の制御装置。

【0074】所定気筒で内部排気再循環量が多い場合には、その気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の推移が他の気筒に比べて高圧側での推移となり、同期間での吸気圧の積算値が他の気筒に比べて大なる。従って、上記期間での吸気圧の積算値に基づき、内部排気再循環量の過多によってトルク変動の増大が生じている気筒を的確に判別することができる。

【0075】なお、こうした判別が行われる条件として、上記所定気筒のトルク変動が大であると判断されることも含めれば、当該判別を一層的確なものとすることができる。

【0076】(2) 上記(1)に記載の内燃機関の制御装置において、所定気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の積算値が同気筒の直前に吸気行程となった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の積算値よりも所定量だけ大きいと判断されたとき、当該所定気筒を内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒と判別するものである内燃機関の制御装置。

【0077】所定気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の積算値が、同気筒の直前に吸気行程となった気筒の吸気行程に対応した期間での吸気圧の積算値よりも所定量だけ大きいとき、上記所定気筒で内部排気再循環量の過多が生じている旨判断することができる。従って、上記のような状況であると判断されたとき、当該所定気筒を的確に内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒と判別することができる。

【0078】(3) 上記(1)又は(2)に記載の内燃機関の制御装置において、前記判別手段によって内部排気再循環量の過多によるトルク変動増大が生じていると判別された気筒に対し、トルク変動抑制のための制御を実行する変動抑制手段を更に備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【0079】上記構成によれば、内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大が発生している気筒に対し、そのトルク変動を可能な限り抑制することができるようになる。

【0080】(4) 上記(3)に記載の内燃機関の制御装置において、前記変動抑制手段によるトルク変動抑制のための制御には、少なくとも内部排気再循環量を減少させる前記調整手段の制御が含まれることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【0081】内部排気再循環量の過多によるトルク変動

の増大を抑制するのには、その内部排気再循環量を減少させることが最も効果的である。従って、上記構成によれば、内部排気再循環量の過多によるトルク変動の増大を効果的に抑制することができる。

【0082】なお、内部排気再循環量の減少は、調整手段を制御することや、吸気カムシャフトの軸方向についての位置を制御することによって実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の制御装置が適用されるエンジン全体を示す略図。

【図2】同エンジンの吸気通路を示す略図。

【図3】吸気バルブ用のカムを示す斜視図。

【図4】上記カムの形状説明図。

【図5】吸気バルブのリフト量で表す上記カムのプロフィール説明図。

【図6】上記カムによるバルブオーバーラップ状態説明図。

【図7】第1実施形態におけるトルク変動増大の検出手順、及びそのトルク変動増大の抑制手順を示すフローチャート。

【図8】第1実施形態におけるトルク変動増大の検出手順、及びそのトルク変動増大の抑制手順を示すフローチャート。

【図9】時間経過に対する吸気圧の推移を示すタイムチャート。

【図10】トルク変動を抑制するための吸気カムシャフトの変位態様、燃料噴射量の増量態様、燃料噴射時期の遅角態様、及び点火時期の進角態様を示すタイムチャート。

【図11】第2実施形態におけるトルク変動増大の検出手順、及びそのトルク変動増大の抑制手順を示すフローチャート。

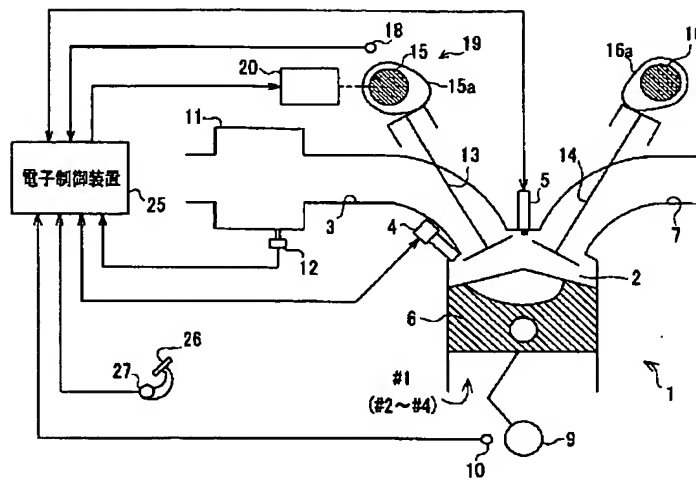
【図12】第2実施形態におけるトルク変動増大の検出手順、及びそのトルク変動増大の抑制手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

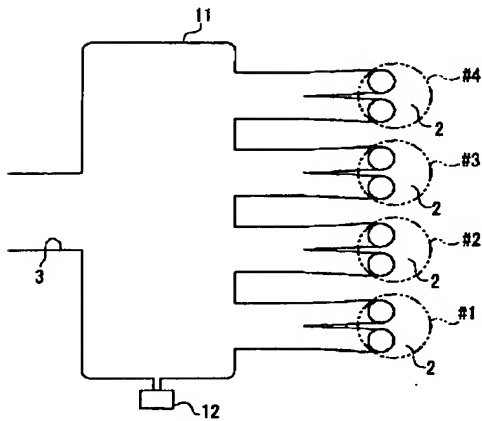
1…エンジン、2…燃焼室、3…吸気通路、4…燃料噴射弁、5…点火プラグ、9…クランクシャフト、10…クランクポジションセンサ、11…サージタンク、12…バキュームセンサ、13…吸気バルブ、14…排気バルブ、15…吸気カムシャフト、15a…カム、16…排気カムシャフト、16a…カム、18…カムポジションセンサ、19…可変バルブ特性装置、20…移動機構、21…ノーズ、22…端面、23…端面、24…サブリフト部、25…電子制御装置、27…アクセルポジションセンサ。

【図 1】

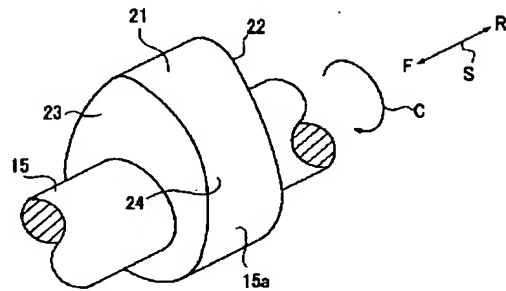
- 1…エンジン
 2…燃焼室
 3…吸気通路
 4…燃料噴射弁
 5…点火プラグ
 9…クランクシャフト
 10…クランクポジションセンサ
 11…サージタンク
 12…バキュームセンサ
 13…吸気バルブ
 15…吸気カムシャフト
 16a…カム
 18…カムポジションセンサ
 19…可変バルブ特性装置
 20…移動機構
 25…電子制御装置
 27…アクセルポジションセンサ



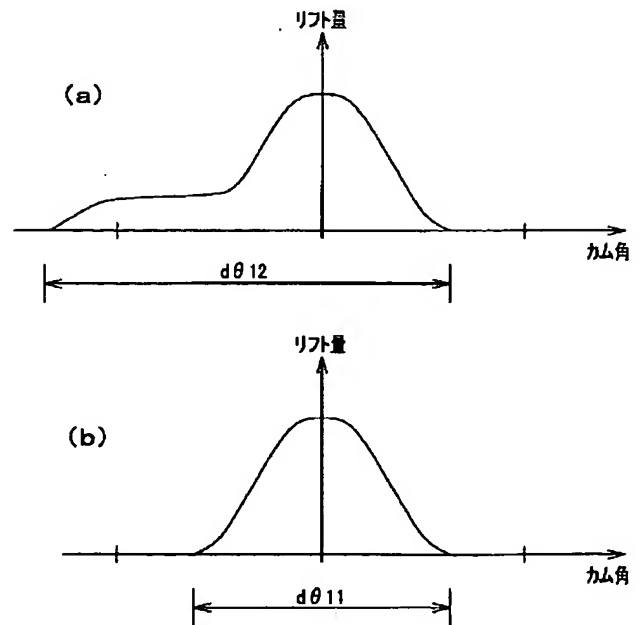
【図 2】



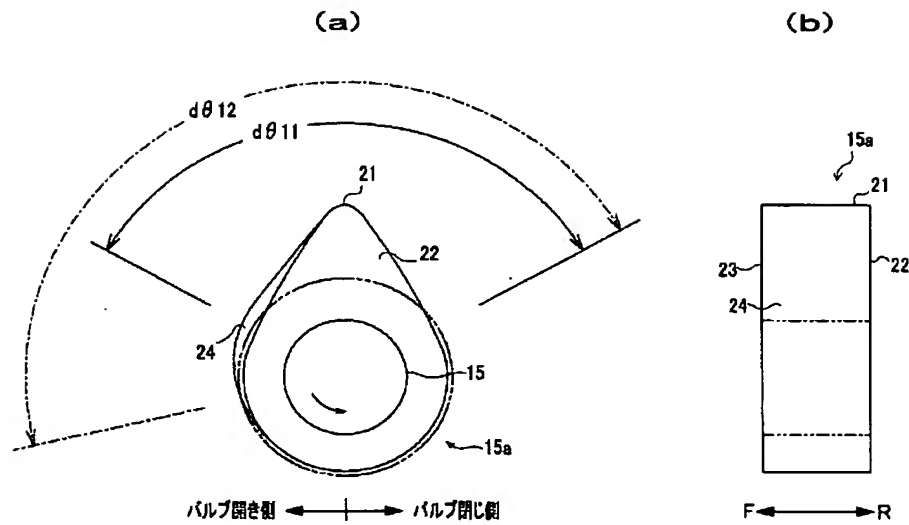
【図 3】



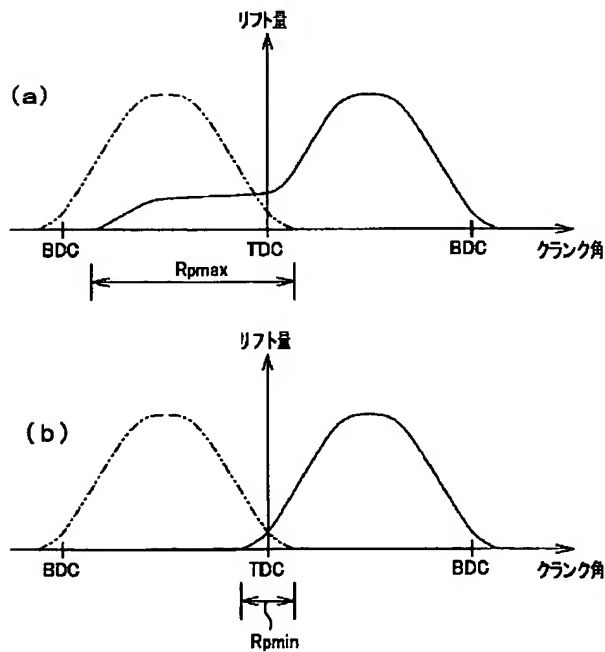
【図 5】



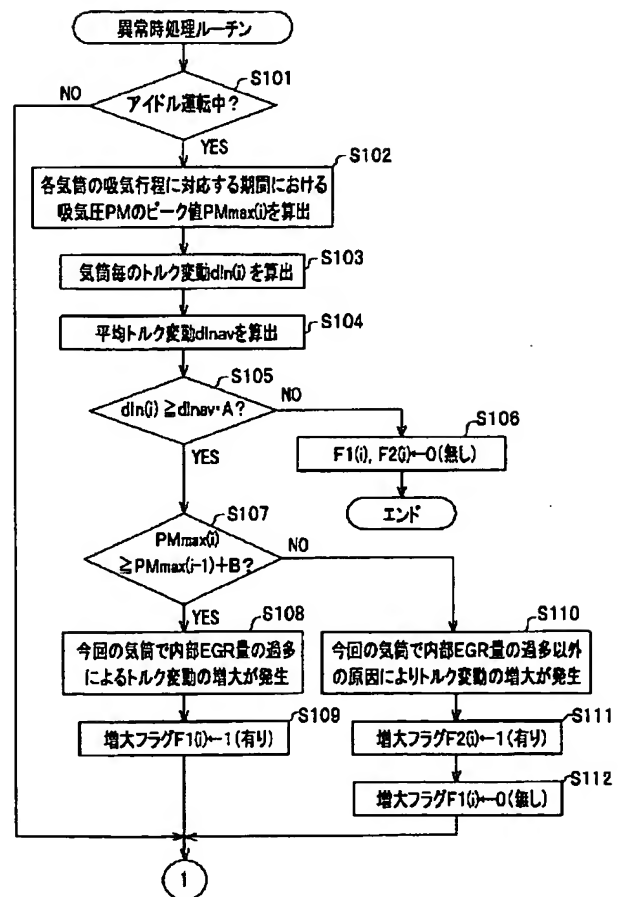
【図4】



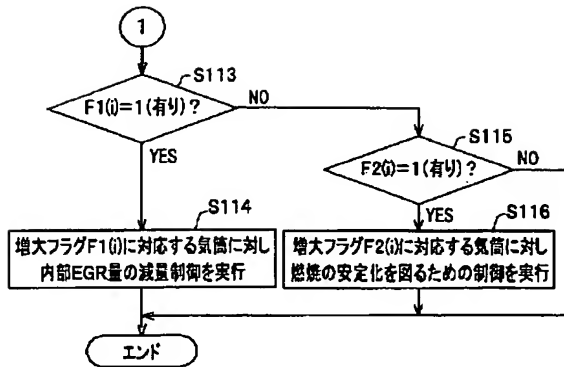
【図6】



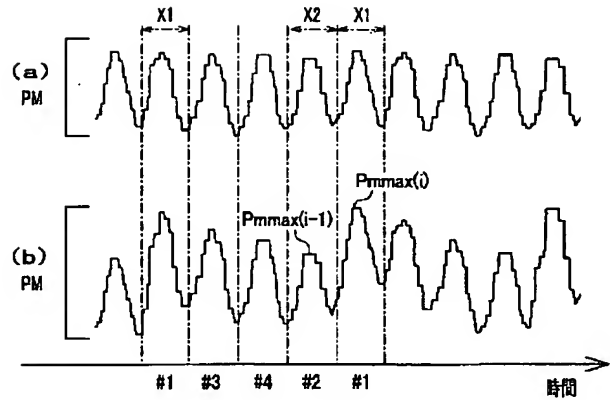
【図7】



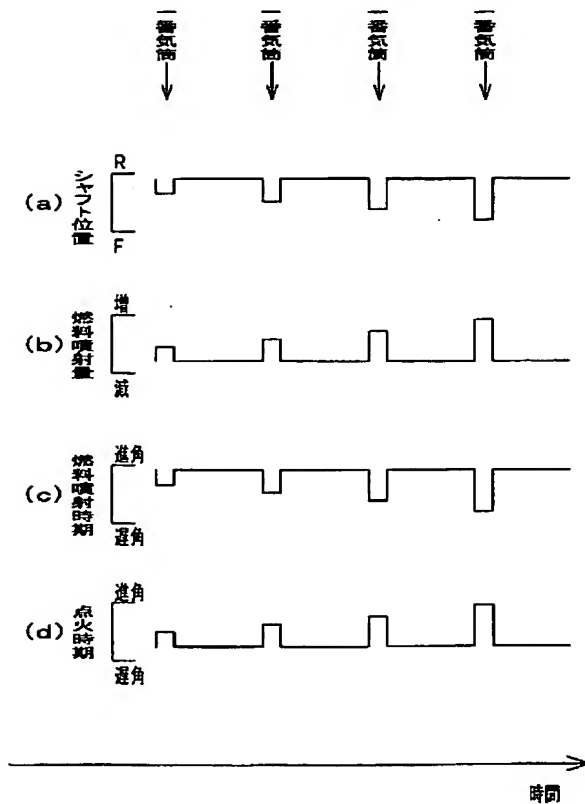
【図8】



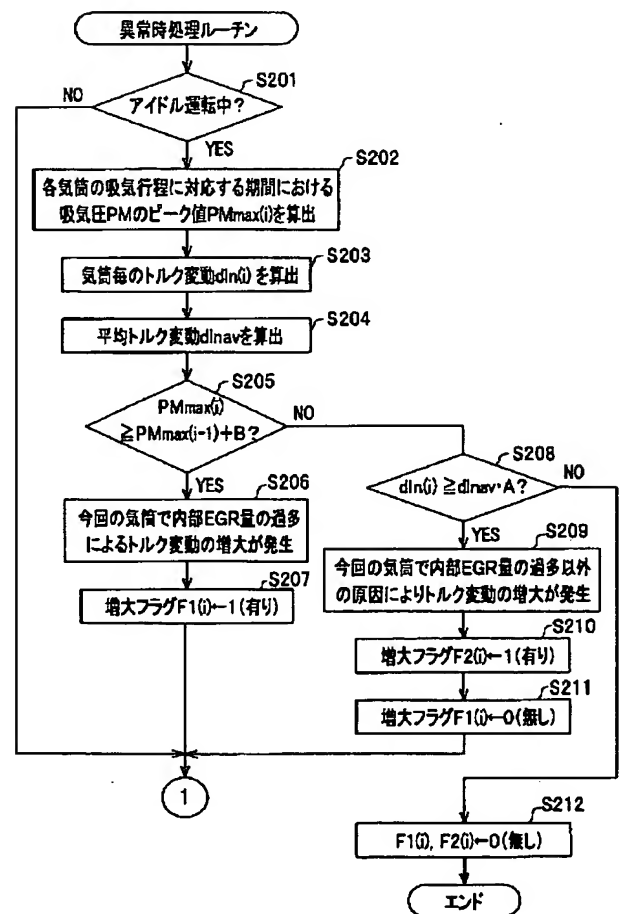
【図9】



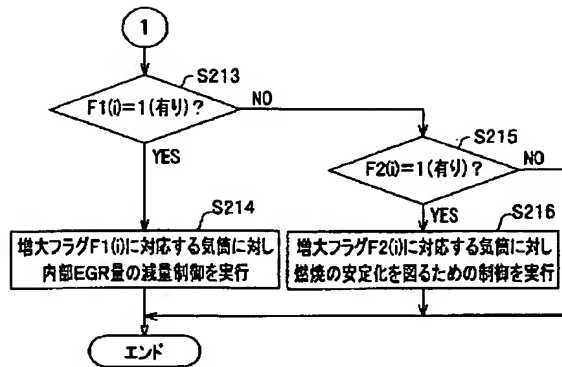
【図10】



【図11】



【図 12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 4	F 0 2 D 45/00	3 6 4 D
F 0 2 M 25/07		F 0 2 M 25/07	B

(72)発明者 高木 登
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車 株式会社内
 (72)発明者 岸 宏尚
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車 株式会社内

F タ-ム(参考) 3G018 AB07 AB17 BA04 CA13 EA02
 EA11 EA12 EA22 EA23 EA31
 EA35 FA01 FA06 FA07 FA08
 FA09 FA23 GA08
 3G062 AA00 BA04 BA05 BA08 CA03
 DA02 GA02 GA05
 3G084 BA13 BA15 BA17 BA23 CA03
 CA05 DA11 EA11 EB25 FA10
 FA11 FA29 FA32 FA38 FA39
 3G092 AA01 AA11 AA17 BA09 BB01
 DA03 DA12 DG09 EA08 EA09
 FA05 GA04 GA08 HA05Z
 HA13X HA13Z HB01X HB02X
 HC08X HD05Z HE03Z HE05Z
 HF08Z
 3G301 HA19 JA05 KA07 KA21 LA07
 MA11 MA18 NA01 NA08 NE17
 PA07Z PD02Z PE03Z PE05Z
 PE07Z PE10Z PF03Z